

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-168052

(43)Date of publication of application : 22.06.1999

(51)Int.Cl.

H01L 21/027  
G03F 7/039  
G03F 7/40

(21)Application number : 09-334485

(71)Applicant : MITSUBISHI ELECTRIC CORP  
RYODEN SEMICONDUCTOR SYST  
ENG CORP

(22)Date of filing : 04.12.1997

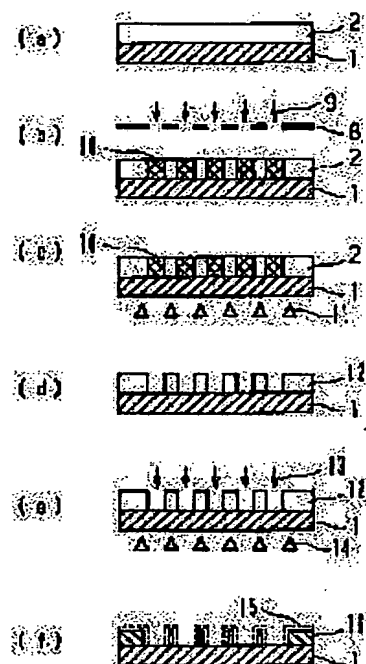
(72)Inventor : HATTORI SACHIKO  
KIMURA YOSHIKA  
TSUJITA KOICHIRO  
ODAMURA HIROKO

## (54) MANUFACTURE OF SEMICONDUCTOR DEVICE

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a semiconductor device for forming a fine pattern.

**SOLUTION:** In a manufacturing method of the semiconductor device for coating a material to be worked 1 with chemical amplifying positive resist 2 which consists of resin, a protective group and an acid generation agent and for executing patterning, a chemical amplifying positive resist 2 is patterned, and a preliminary resist pattern 12 is formed. Then, second ultraviolet rays 13 are irradiated, the protective group in the chemical amplifying positive resist 2 is extracted, the pattern of the preliminary resist pattern 12 is contracted, and the resist pattern is obtained.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

09.01.2004

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

(51) Int. Cl. °	識別記号	F I		
H01L 21/027		H01L 21/30	502	A
G03F 7/039	601	G03F 7/039	601	
7/40		7/40		

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平9-334485

(22) 出願日 平成9年(1997)12月4日

(71) 出願人 000006013

三菱電機株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号

(71) 出願人 591036505

菱電セミコンダクタシステムエンジニアリ  
ング株式会社

兵庫県伊丹市瑞原4丁目1番地

(72) 発明者 服部 佐知子

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三  
菱電機株式会社内

(74) 代理人 弁理士 宮田 金雄 (外2名)

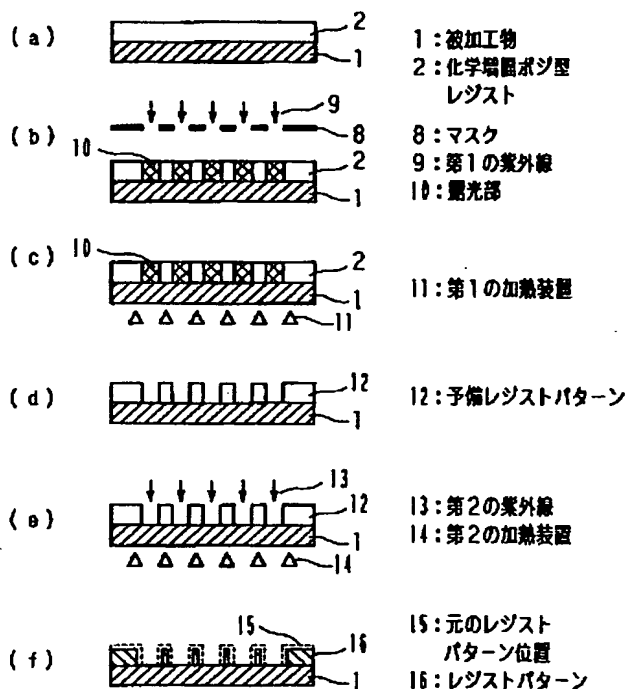
最終頁に続く

## (54) 【発明の名称】 半導体装置の製造方法

## (57) 【要約】

【課題】 微細なパターンを形成することができる半導体装置の製造方法を得ることを目的とする。

【解決手段】 被加工物1上に樹脂、保護基、および酸発生剤にて成る化学増幅ポジ型レジスト2を塗布しパターンニングする半導体装置の製造方法において、化学増幅ポジ型レジスト2をパターンニングし予備レジストパターン12を形成した後に、第2の紫外線13を照射し、化学増幅ポジ型レジスト2中の保護基をぬき、予備レジストパターン12のパターンを収縮させレジストパターン16を得る。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 被加工物上に樹脂、保護基、および酸発生剤にて成る化学増幅ポジ型レジストを塗布しパターンニングする半導体装置の製造方法において、上記化学増幅ポジ型レジストをパターンニングした後に、紫外線を照射し、上記化学増幅ポジ型レジスト中の保護基をぬき、上記化学増幅ポジ型レジストのパターンを収縮させることを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項2】 請求項1に記載の半導体装置の製造方法において、被加工物の上面が、有機物質にて成る膜にて形成されている場合、上記有機物質にて成る膜は、化学増幅ポジ型レジストをパターンニングした後の紫外線の照射により、エッチング特性を変化させ、上記化学増幅ポジ型レジストのパターンを収縮させて成るレジストパターンにて被加工物の加工を行う時に、上記レジストパターンのエッチングレートよりエッチングレートが大きくなるようにすることを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項3】 請求項1または請求項2に記載の半導体装置の製造方法において、化学増幅ポジ型レジストに照射する紫外線を、150nmないし300nmの波長を有する紫外線を用いたことを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項4】 請求項1ないし請求項3のいずれかに記載の半導体装置の製造方法において、化学増幅ポジ型レジストに紫外線を照射する際に同時に加熱するようにしたことを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項5】 請求項4に記載の半導体装置の製造方法において、化学増幅ポジ型レジストの加熱する温度を、100℃ないし250℃の範囲にて設定することを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項6】 請求項1ないし請求項5のいずれかに記載の半導体装置の製造方法において、化学増幅ポジ型レジストのレジストパターンの収縮量を、上記化学増幅ポジ型レジスト中の保護基の比率または、保護基の種類にて制御することを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項7】 請求項1ないし請求項5のいずれかに記載の半導体装置の製造方法において、化学増幅ポジ型レジストのレジストパターンの収縮量を、紫外線の波長および加熱温度にて制御することを特徴とする半導体装置の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、化学増幅ポジ型レジストのレジストパターンを微細化し、かつ、所望のパターン形状を得ることができる半導体装置の製造方法に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】半導体装置の製造方法においては、半導体装置の高集積化と、それにともなう微細化のため、パ

ターン線幅と、パターン間の幅が小さくなってきている。この微細加工に関わるフォトリソグラフィでは、所望のパターンが描かれたマスクを介して、被加工基板上に形成されたレジストを露光、現像し、レジストパターンを得るのが一般的な方法である。しかし、この一般的な方法でレジストパターンを得るための実使用可能な焦点深度を持つ限界解像力は、使われる露光波長と同じ値程度になるのが現実である。

【0003】たとえば、i線波長(365nm)を使用する場合では、この実使用可能な寸法は、0.35 $\mu$ mレベルであり、KrF波長(248nm)を使う場合では、0.24 $\mu$ mレベルである。このように露光波長を短くして、解像力を向上する方法も微細パターンを得る一つの手法である。また、他の方法として露光機のNA値を上げることにより解像力を向上させることもできる。しかし、このような解像力を向上させる手法はレジストパターンの焦点深度を低下させるため、実際の半導体装置の製造方法については使用しづらい面がある。

【0004】これを解決する方法として位相シフトマスクや変形照明の利用により解像力や焦点深度を向上させる方法が提唱されている。しかし、これらの方法では、パターンどうしの位置関係に制限を設けないとその効果が発揮されないため、ランダムロジックなどの種々のパターン位置関係をもつ半導体装置には適用できない。また、これらの手法以外では、レジストパターンの焦点深度が低下し細線形成ができない。

【0005】上記した現状から、従来の半導体装置の製造方法においては、以下に示すような方法にて対応している。図5は従来の半導体装置の製造方法を示す断面図である。図に基づいて従来の半導体装置の製造方法について説明する。まず、被加工物1上に樹脂、保護基および酸発生剤にて成る化学増幅ポジ型レジスト2を形成する(図5(a))。次に、所望のパターンが形成されたマスク3を用いて、紫外線4を照射し、化学増幅ポジ型レジスト2に露光部5が形成される(図5(b))。

【0006】次に、加熱装置6により、被加工物1を加熱し(図5(c))、冷却した後に現像して、露光部5が除去されたレジストパターン7が形成される(図5(d))。

## 【0007】

【発明が解決しようとする課題】従来の半導体装置の製造方法は上記のように行われている。この際の紫外線4に例えばKrF波長(248nm)を利用した場合の、パターン線幅と焦点深度との関係を図6に示す。上述したようにパターン線幅 $a=0.24\mu$ mを有するレジストパターン7を形成する場合は、焦点深度Aが大きいため、被加工物1の下部の部分、例えば半導体基板上の周辺部と中心部とにより生じる凹凸があったとしても、プラスデフォーカスおよびマイナスデフォーカスが生じにくく所望のパターンを形成することが可能となる。

【0008】しかし、上記方法にてパターン線幅 $b=0.22\mu\text{m}$ を有するレジストパターン7を形成する場合、焦点深度 $B$ が小さいため、被加工物1の下部に凹凸が生じていると、プラスデフォーカスおよびマイナスデフォーカスが生じやすく所望のパターンを形成することが不可能となる。実際には、ベストフォーカス時には図7(a)に示すように所望のパターンが得られる。

【0009】しかし、プラスデフォーカス時(ここでは、化学増幅ポジ型レジスト2の下部にて焦点が合う方向を指す。)には、図7(b)に示すように、レジストパターン7aが全体に膜減りし、エッチング耐性が悪くなるという問題点が発生する。また、マイナスデフォーカス時(ここでは、化学増幅ポジ型レジスト2の上部にて焦点が合う方向を指す。)には、図7(c)に示すように、レジストパターン7bが倒れてしまい、所望のパターンを得ることができないという問題点が発生する。

【0010】また、上記示した被加工物1の下部の部分の凹凸が生じていないような場合でも、焦点深度が小さいと、例えば、紫外線4の露光装置のフォーカス再現性の問題、また、この露光装置のレンズ内にデフォーカス成分を含む場合があり、同一面内の露光エリア内でフォーカスズレが生じる場合等がある。これら種々要因から所望のレジストパターンを得るためには、焦点深度の大きいことが必須の要件となっていた。このため、パターン線幅 $b$ のように小さいパターンを形成しようとする、うまくいかない。

【0011】この発明は上記のような問題点を解消するためになされたもので、化学増幅ポジ型レジストの微細なレジストパターンを得ることができる半導体装置の製造方法を提供することを目的とする。

【0012】

【課題を解決するための手段】この発明に係る請求項1の半導体装置の製造方法は、被加工物上に樹脂、保護基、および酸発生剤にて成る化学増幅ポジ型レジストを塗布しパターンニングする半導体装置の製造方法において、化学増幅ポジ型レジストをパターンニングした後に、紫外線を照射し、化学増幅ポジ型レジスト中の保護基をぬき、化学増幅ポジ型レジストのパターンを収縮させるものである。

【0013】また、この発明に係る請求項2の半導体装置の製造方法は、請求項1において、被加工物の上面が、有機物質にて成る膜にて形成されている場合、有機物質にて成る膜は、化学増幅ポジ型レジストをパターンニングした後の紫外線の照射により、エッチング特性を変化させ、化学増幅ポジ型レジストのパターンを収縮させて成るレジストパターンにて被加工物の加工を行う時に、レジストパターンのエッチングレートよりエッチングレートが大きくなるようにするものである。

【0014】また、この発明に係る請求項3の半導体装置の製造方法は、請求項1または請求項2において、化

学増幅ポジ型レジストに照射する紫外線を、 $150\text{nm}$ ないし $300\text{nm}$ の波長を有する紫外線を用いたものである。

【0015】また、この発明に係る請求項4の半導体装置の製造方法は、請求項1ないし請求項3のいずれかにおいて、化学増幅ポジ型レジストに紫外線を照射する際に同時に加熱するものである。

【0016】また、この発明に係る請求項5の半導体装置の製造方法は、請求項4において、化学増幅ポジ型レジストの加熱する温度を、 $100^\circ\text{C}$ ないし $250^\circ\text{C}$ の範囲にて設定するものである。

【0017】また、この発明に係る請求項6の半導体装置の製造方法は、請求項1ないし請求項5のいずれかにおいて、化学増幅ポジ型レジストのレジストパターンの収縮量を、化学増幅ポジ型レジスト中の保護基の比率または、保護基の種類にて制御するものである。

【0018】また、この発明に係る請求項7の半導体装置の製造方法は、請求項1ないし請求項5のいずれかにおいて、化学増幅ポジ型レジストのレジストパターンの収縮量を、紫外線の波長および加熱温度にて制御するものである。

【0019】

【発明の実施の形態】実施の形態1. 以下、この発明の実施の形態を図について説明する。図1はこの発明の実施の形態1における半導体装置の製造方法を示す断面図である。図に基づいて実施の形態1の半導体装置の製造方法について説明する。まず、従来の場合と同様に、被加工物1上に樹脂、保護基および酸発生剤にて成る化学増幅ポジ型レジスト2を、例えば $100^\circ\text{C}$ にて $90\text{sec}$ ソフトバーク処理して $7350\text{\AA}$ の厚みにて形成する(図1(a))。

【0020】次に、所望のパターンが形成されたマスク8(マスク8上のパターンの幅は $1.2\mu\text{m}$ にて形成されている。)を用いて、例えば $248\text{nm}$ の波長を有する第1の紫外線9を、例えばKrFエキシマレーザー搭載の5倍縮小投影露光装置にて照射し、化学増幅ポジ型レジスト2に露光部10が形成される(図1(b))。

【0021】次に、化学増幅ポジ型レジスト2の露光部10の、露光により発生した酸を拡散させるために、第1の加熱装置11により例えば $110^\circ\text{C}$ にて $90\text{sec}$ バーク処理する(図1(c))。次に、室温程度(例えば $23^\circ\text{C}$ )まで冷却した後に、例えばテトラメチルアンモニウムハイドロキシサイドの $2.38\%$ の水溶液を用いて現像して、露光部10が除去された予備レジストパターン12を形成する(図1(d))。この際形成された、予備レジストパターン12のパターン線幅は $0.24\mu\text{m}$ と成る。

【0022】次に、この予備レジストパターン12を、第2の加熱装置14にて加熱しながら、第2の紫外線13を例えば $120\text{sec}$ 照射する(図1(e))。そし

てこのことにより、化学増幅ポジ型レジスト中の保護基がぬけ、元のレジストパターン位置15から収縮された、レジストパターン16が形成される(図1

(f))。この際形成された、レジストパターン16のパターン線幅は $0.22\mu\text{m}$ と成る。また、第2の紫外線13としては、例えば $150\text{nm}$ ないし $250\text{nm}$ の範囲の紫外線を利用する。この範囲以外の紫外線を設定すると化学増幅ポジ型レジスト2内の保護基を所望量ぬくことができない。

【0023】また、第2の加熱装置14による加熱温度としては、 $100^\circ\text{C}$ ないし $200^\circ\text{C}$ の範囲にて、昇温させながらまたはその温度にて固定するようにして行う。この $100^\circ\text{C}$ 未満にて設定することは、上記反応を促進する効果が認められなくなり、 $200^\circ\text{C}$ 以下に設定することは、化学増幅ポジ型レジストの耐熱性の面から設定されている。

【0024】このように形成された場合の、被加工物1の下部の部分凹凸等の種々の原因により生じた、従来のプラスおよびマイナスデフォーカス時にどのように形成されているかをジャストフォーカス時と比較して、図2および図3に示す。まず、図2に示すように、ジャストフォーカス時(同図(a))、プラスおよびマイナスデフォーカス時(同図(b)および(c))は、パターン線幅が大きいため、焦点深度が大きく所望の形状を有する予備レジストパターン12、12a、12bがそれぞれ形成される。

【0025】また、このように所望のパターンにて形成されたものを収縮させているため、図3に示すように、ジャストフォーカス時(同図(a))、プラスおよびマイナスデフォーカス時(同図(b)および(c))、いずれも元のレジストパターン位置15、15a、15bより収縮され、小さいパターン線幅を有するレジストパターン16、16a、16bを得ることができる。

【0026】このことを、図4のパターン線幅と焦点深度との関係を用いて、従来の場合と比較して説明する。従来の場合は、Line Yに示すように、パターン線幅 $b=0.22\mu\text{m}$ の場合、焦点深度Bと小さい値と成る。しかし、実施の形態1においては、Line Xに示すように、パターン線幅 $b=0.22\mu\text{m}$ の焦点深度Aと大きい値と成り、従来の場合の、パターン線幅 $a=0.24\mu\text{m}$ の場合の焦点深度Aと同一の値を得ることが可能となる。これは、実際にパターンニングを行う際の予備レジストパターン12のパターン線幅が $0.24\mu\text{m}$ と成るためである。

【0027】上記のように構成された実施の形態1の半導体装置によれば、化学増幅ポジ型レジスト2をパターンニングした後に、第2の紫外線13を照射し、化学増幅ポジ型レジスト2中の保護基をぬき、化学増幅ポジ型レジスト2のパターンの予備レジストパターン12を収縮させてレジストパターン16を形成するようにしたの

で、予備レジストパターン12より微細なパターンを、所望な形状にて形成することができる。また、化学増幅ポジ型レジストを加熱することにより、この形状を効率的に得ることができる。

【0028】さらに、太いパターン線幅を有する予備レジストパターン12が細いパターン線幅を有するレジストパターン16に収縮されることで、化学増幅ポジ型レジストの内容物の架橋による分子量増大やパターン密度が大きくなることで、次工程となるエッチングプロセスにおけるエッチング耐性を向上することができる。

【0029】尚、上記実施の形態1において、第1の紫外線9および第2の紫外線13を、また、第1の加熱装置11および第2の加熱装置14をそれぞれ別のものにて形成する例を示したが、これらは所望の作用を同様に実施することができるのであれば同一のものにて行ってもよいことは言うまでもない。

【0030】上記実施の形態1にて示したように、化学増幅ポジ型レジストの保護基をぬくことにより収縮させているため、この化学増幅ポジ型レジストのレジストパターンの収縮量を制御する方法としては、化学増幅ポジ型レジスト中の保護基の比率を変化させる方法、または、保護基の種類を変化させ、保護基のかさにより制御する方法が考えられる。また、同一の化学増幅ポジ型レジストにおいても、化学増幅ポジ型レジストのレジストパターンの収縮量を、紫外線の波長および加熱温度を調整することにより、保護基のぬく量(反応する割合)を調整して制御する方法が考えられる。

【0031】また、被加工物1の上面を有機物質にて成る膜にて形成する場合、従来では、化学増幅ポジ型レジストにより形成されたレジストパターンとのエッチングレート差が少なく、レジストパターンのエッチング耐性が悪かったが、図1(e)に示すように、予備レジストパターン12のパターンにて露出している被加工物1の上面に、第2の紫外線13が照射されるため、このことにより、この有機物質にて成る膜のエッチング特性を変化させ、レジストパターン16にて被加工物1の加工を行う時に、レジストパターン16のエッチングレートより、有機物質が反応し、有機物質にて成る膜のエッチングレートが大きくなるので、レジストパターン16のエッチング耐性を向上することができる。この有機物質にて成る膜の代表的な例として考えられるのは、一般的に反射防止膜として使用されるものがあげられる。

【0032】

【発明の効果】以上のように、この発明の請求項1によれば、被加工物上に樹脂、保護基、および酸発生剤にて成る化学増幅ポジ型レジストを塗布しパターンニングする半導体装置の製造方法において、化学増幅ポジ型レジストをパターンニングした後に、紫外線を照射し、化学増幅ポジ型レジスト中の保護基をぬき、化学増幅ポジ型レジストのパターンを収縮させるので、化学増幅ポジ型レジ

ストをパターニングした後に当初のパターンより更に微細なパターンを得ることができる、かつ、エッチング耐性を向上することができる半導体装置の製造方法を提供することが可能となる。

【0033】また、この発明の請求項2によれば、請求項1において、被加工物の上面が、有機物質にて成る膜にて形成されている場合、有機物質にて成る膜は、化学増幅ポジ型レジストをパターニングした後の紫外線の照射により、エッチング特性を変化させ、化学増幅ポジ型レジストのパターンを収縮させて成るレジストパターンにて被加工物の加工を行う時に、レジストパターンのエッチングレートよりエッチングレートが大きくなるようにするので、レジストパターンのエッチング耐性を向上することができる半導体装置の製造方法を提供することが可能となる。

【0034】また、この発明の請求項3によれば、請求項1または請求項2において、化学増幅ポジ型レジストに照射する紫外線を、150nmないし300nmの波長を有する紫外線を用いたので、保護基を化学増幅ポジ型レジストより確実にぬくことができ、微細パターンを確実に得ることができる半導体装置の製造方法を提供することが可能となる。

【0035】また、この発明の請求項4によれば、請求項1ないし請求項3のいずれかにおいて、化学増幅ポジ型レジストに紫外線を照射する際に同時に加熱するので、保護基を化学増幅ポジ型レジストより容易にぬくことができ、微細パターンを容易に得ることができる半導体装置の製造方法を提供することが可能となる。

【0036】また、この発明の請求項5によれば、請求項4において、化学増幅ポジ型レジストの加熱する温度を、100℃ないし250℃の範囲にて設定するので、保護基を化学増幅ポジ型レジストより効率よくぬくことができ、微細パターンを効率よく得ることができる半導体装置の製造方法を提供することが可能となる。

【0037】また、この発明の請求項6によれば、請求

項1ないし請求項5のいずれかにおいて、化学増幅ポジ型レジストのレジストパターンの収縮量を、化学増幅ポジ型レジスト中の保護基の比率または、保護基の種類にて制御するので、所望なパターン線幅を有するレジストパターンを得ることができる半導体装置の製造方法を提供することが可能となる。

【0038】また、この発明の請求項7によれば、請求項1ないし請求項5のいずれかにおいて、化学増幅ポジ型レジストのレジストパターンの収縮量を、紫外線の波長および加熱温度にて制御するので、所望なパターン線幅を有するレジストパターンを得ることができる半導体装置の製造方法を提供することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 この発明の実施の形態1による半導体装置の製造方法を示した断面図である。

【図2】 この発明の実施の形態1による半導体装置の製造方法を示した断面図である。

【図3】 この発明の実施の形態1による半導体装置の製造方法を示した断面図である。

【図4】 この発明の実施の形態1によるパターン線幅と焦点深度との関係を示した図である。

【図5】 従来の半導体装置の製造方法を示した断面図である。

【図6】 従来のパターン線幅と焦点深度との関係を示した図である。

【図7】 従来の半導体装置の製造方法の問題点を示した断面図である。

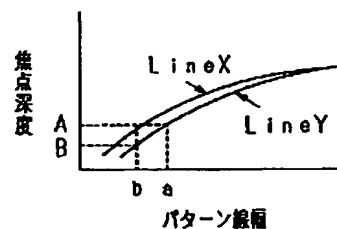
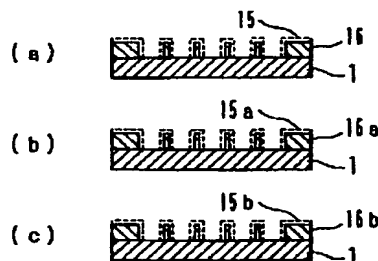
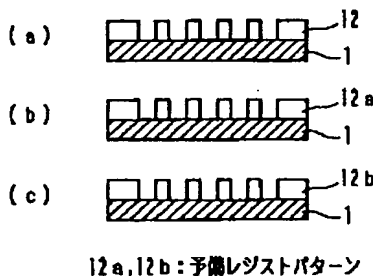
【符号の説明】

1 被加工物、2 化学増幅ポジ型レジスト、8 マスク、9 第1の紫外線、10 露光部、11 第1の加熱装置、12、12a、12b 予備レジストパターン、13 第2の紫外線、14 第2の加熱装置、15、15a、15b 元のレジストパターン位置、16、16a、16b レジストパターン。

【図2】

【図3】

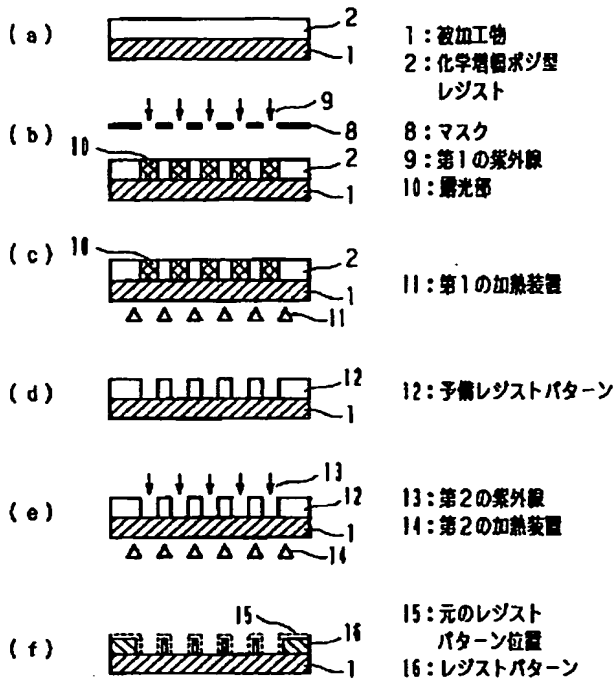
【図4】



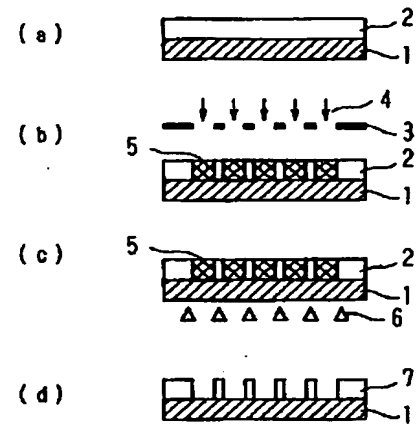
15a、15b: 元のレジストパターン位置  
16a、16b: レジストパターン

LineX: 実施の形態1の方法を適用した場合のパターン線幅と焦点深度との関係  
LineY: 従来の方法を適用した場合のパターン線幅と焦点深度との関係

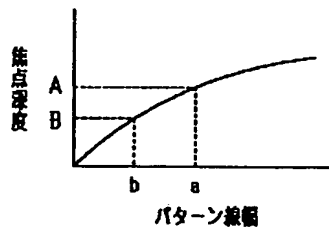
【図 1】



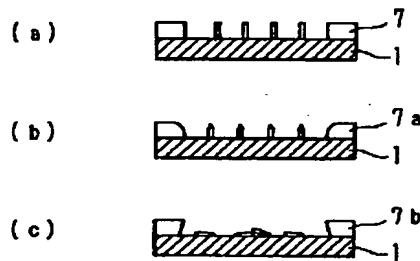
【図 5】



【図 6】



【図 7】



フロントページの続き

(72)発明者 木村 良佳  
東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三  
菱電機株式会社内

(72)発明者 辻田 好一郎  
東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三  
菱電機株式会社内

(72)発明者 小田村 裕子  
兵庫県伊丹市瑞原四丁目1番地 菱電セミ  
コンダクタシステムエンジニアリング株式  
会社内